سلسلة من كل علم خبر
الاكتشافات الكبيرة

٦

التقنية تقوم بأولى تحدّياتها الكبيرة

- المطحنة المائيّة والمطحنة الهوائيّة
- البارود
- الطباعة من عهد غوتنبرج إلى... غد

منشورات مكتبة سكير
شارع عشدود - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥ - ٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Loy
Librairie Hachette

المطحنة المائيّة و المطحنة الهوائيّة

كان الناس ، في ما قبلَ التاريخ ، يَعرفون طريقة سحقِ الحَبِّ بين حجرين ، أو بين حجر ثابت ومِدحلة[1] متحرِّكة ؛ ثم اخترعوا طريقة الهاوُن والمِدَقّ التي ما زال الصيادلة يعتمدونها ؛ ثم استعملوا رحيَين[2] : واحدة ثابتة وأخرى متحرّكة يُديرها الانسان أو الحيوان .

عرف العهد الغالي– الروماني القديم أُولى المطاحن المائيّة التي تكاثرت في الحِقَبة[3] الاولى من القرون الوسطى : كانت مسنَّنة[4] تصل محور الرحيَين العموديّ ، بمحور الدولاب المريَّش الأفقي ، الذي كان يديره مجرى الماء . ولقد بُذلت اذ ذاك أقصى الجهود للافادة من الطاقة المائية المتوفّرة ؛ فبُنِيت السدودُ والأقنية ، ورُفعت الطواحين على الاعمدة والجسور الصغيرة ، وتعلّق بعضُها حتى بالجسور . لم تظهر المطحنة الهوائيّة الاّ متأخرة ،

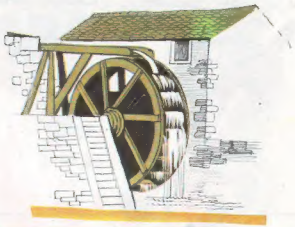
وقد أُشير الى وجودها في بلاد فارس ، حوالي سنة ١٠٠٠ ، فاعتمدها العرب . ويُعتَقد ان الصليبيّين حملوا فكرتها الى اوربا في القرن الثاني عشر . كان استعمالُها يطرح مشكلةً اعقد من مشكلة المطحنة المائيّة . والواقع ان الطاقة المائية ، إن افتقرت الى الاستقرار في كمِّيتها ، لم تفتقر الى الاستقرار في اتجاهها . وليس الأمر كذلك بالنسبة الى الريح التي لا يمكن الافادةُ منها ، مالم تُوجَّه الأجنحة الوجهةَ الملائمة . كان لهذه المشكلة حلاّن : فإمّا أَن تُدار المطحنة كلُّها على محور ، فتُبنى بكاملها من خشب ، وإمّا ألاّ يُدارَ منها إلاّ السقف والأجنحة المركَّزة في أعلى البناء الحجريّ .

لم يتوقف عمل طاحون الهواء عند حدّ طحن الحبوب ، بل تعدّاه الى اعمال أخرى كاستخراج زيت الجوز ، وعَرْك عجين الورق ، وسحق[٦] أتربة التلوين ، وقَشْر الارزّ والفلفل ، ونَشر الخشب . وفي هولندا ، عملت طواحين الهواء سحابة اربعة قرون ، على تجفيف الاراضي المنخفِضة ، وذلك بغرف المياه بواسطة دواليب مزوّدة بأجران ؛ ولا تزال هذه الطواحين تُستعمل هناك حتى اليوم ، لتصريف زائد مياه الامطار نحو البحر . الاّ ان هذه الطواحين الهوائية لم تعد تدور لطحن الحبوب ، فقد حلّت محلَّها في هذا المجال مطاحنُ كهربائية حديثة . لم يبقَ من تلك السُلالة العريقة[٧] في ايّامنا ، الاّ نماذجُ قليلة منتشرة هنا وهناك في الارياف ، تعمل على

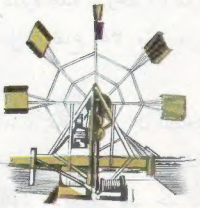
ثلاثة نماذج من الطواحين الهوائيّة

طاحونة هوائيّة برتغاليّة — طاحونة هوائية هولندية — طاحونة متحرّكة قديمة

طاحونة مائيّة – دولاب مائيّ



طاحونة مائيّة يبدو جهازها المائي وكأنهُ صورة مسبَقة لتربيناتنا الحديثة . —



دولاب أمريكيّ ذو أجران

ضخّ كمّيات قليلة من مياه الآبار، او تتصّل بمولّدات كهربائية صغيرة تشحن المراكم[٨] بالكهرباء .

الواقع انّنا لم نتمكّن حتى الآن من استثمار قوّة الريح النزِقة[٩] استثمارًا رابحًا . ويظهر ان الامر من الصعوبة بمكان ؛ حتى ان مصلحة الكهرباء الفرنسيّة بنَت في « نوغان لوروا » ، في منطقة « اور ولوار » ، محرّكا هوائيًا ضخمًا لدراسة هذا الموضوع دراسة عمليّة . ولقد زُوِّد المحرّك بمروحة ثلاثيّة الأذرع ، يبلغ وزن الذراع الواحدة منها نصف طنّ ، مع العلم بانّ المزيج المعدنيّ الذي صُنِعَت منه خفيف نسبيًّا .

المحرّك الهوائيّ الاختباريّ الكبير ، يدير مولّدة كهربائيّة .

يبلغ قُطرُ دائرة هذه المروحَة ٣٠ مترًا ، وقد نُصِبت على ارتفاع ٣٥ مترًا من سطح الارض .

وختامًا ، يمكن القول إن المطحنة المائيّة كانت أخصَب من المطحنة الهوائية ، لأنَّ دولابَها المزوَّد بالاجران كان جَدَّ التُربينات الجبّارة التي تسمح بتحويل الطاقة[١٠] المائية الى طاقة كهربائية .

عهد مطحنة الماء والرغيف الطيّب .

لم يعرف لبنانُ المطاحنَ الهوائيّة ... أمّا المطاحن المائيّة ، فقد شاعت فيه وانتشرت . ارتفعت مبانيها المتواضعة ، على مجاري الجداول والانهار ، وفي ظلّ اشجار الجوز والصفصاف . أبنيةٌ بسيطة رفِعت بالحجر ، وسُقِفت بالتراب . لا تختلف عن بيوت القرى العاديّة الاّ بعجيج الرحى ، وغبار القمح المطحون ، ورائحة الدقيق العابقة ... وزحمة الناس ينزِّلون أكياسَ القمح عن ظهور الدوابّ ، أو يحمِّلونها أكياس الطحين البيضاء ...

يومَ لم تكنْ مطاحنُ الكهرباء ، ويومَ لم تكن الأفرانُ تبيع الخبز ، كان الناس يتموَّنون القمح ، ويطحنون ويعجنون ويخبزون . وكان الخبزُ حقاً طيّباً : تشمّ رائحة الرغيف ... فتشتهي أن تمزِّقه وتمضغه ! ...

التفسير

١ – مِدحَلة : مِحدَلة .
٢ – رحى : حجَر الطحن
٣ – الحقبة : المدّة
٤ – مسنّة : دولاب مسنَّن
٥ – المريَّش : المزوّد بريشات او شفرات .
٦ – سَحَقَ : طحَن
٧ – العريقة : القديمة الاصيلة
٨ – المَراكم : جمع المركم جهاز يخزن الطاقة الكهربائيّة
٩ – النزقة : المتقلّبة .
١٠ – الطاقة : القوّة .

الاسئلة

١ – كيف كان الاقدمون يسحقون الحبّ ؟
٢ – الى أي عهد تعود المطحنة المائيّة ؟
٣ – كيف كانت تعمل المطحنة المائيّة ؟
٤ – كيف انتقلت المطحنة الهوائيّة الى الغرب ؟
٥ – ما هي المشكلة التي تواجه المطحنة الهوائيّة ؟ كيف يُمكن حلّها ؟
٦ – ماهي الخدَمات التي امّنتها مطحنة الهواء ؟
٧ – هل استطاع الانسان ان يستثمر قوّة الريح ؟ لماذا ؟
٨ – باي اختراع كبير اوحت المطحنة المائيّة ؟

البـــارود

اعتُبر البارود اختراعَ تهلكة[1] ، وقلّما اعتُبر اختراع سلام . والواقع أنّه قد أكسب الحروب مزيدًا من الضراوة والفتك . اعتبره « أريوست » « اختراعًا حقيرًا مقيتًا . » ، وأسِف « شكسبير » « لكون هذا النَطرون الخسيس قد ابتُزَّ[2] من احشاء أرضنا ... » . ولكن ، بوسع البارود وسائر المتفجّرات القويَّة الحديثة أن تلعب دورًا سلميًّا في أشغال البشر ، وخدمة الخير والعمران . اذا صَحَّ أنَّ الصينيّين قد عرفوا

إطلاق الأسهم الناريّة في الأزمنة القديمة ، فقد استطاعوا ، من غير شك ، أن يصنعوا مزيجًا قادرًا على إطلاقها باضطرامه[٣] : فكان البارود . نحن لا نعرف متى ولا كيف توصّلوا الى صنع المادة المتفجّرة ، للمرّة الأولى ، الاّ أنّهم كانوا قبل سُلالة « سونغ » ، عام ١٠٠٠ على ما يبدو ، يستعملون البارود في ساحات القتال ، وكان هذا البارود يُخيف اكثرَ ممّا كان يؤذي . ويُعتَقد أنّ استعماله كسلاح هجومي يرقى[٤] الى معركة « تساي – شيح » سنة ١١٧١ .

كان « البارود الاسود » الذي ما يزال مستعمَلا حتى ايامنا ، وهو مزيجٌ حميم من نَطرون وكبريت وفحم خشب ، كان معروفًا في الغرب ، منذ العصور الوسطى حيث استُعمِل لإطلاق الاسهم الحربيّة . ولقد دُعي « بارود المدفع » ، ابتداءً من القرن الرابع عشر حيث استُخدم ، نظرًا لقوة انفجاره ، ليُطلق الى البعيد ، قذائفَ اتّخذت اولاً شكل الكرات الحجريّة .

غالبًا ما نَسب الاوربيّون اكتشاف البارود الى راهب ألماني هو « برتولد شوارز » (أي برتولد الأسود ...) ابن « فريبورغ » بالنسبة الى البعض ، وابن « كولون » بالنسبة الى البعض الآخر . وقد اعتمد المؤرّخون في تحرِّياتهم[٥] « كتاب الالعاب النارية » القديم القائل بان الماجستر « برتولد » اكتشف صُدفةً ، خلال القرن الرابع عشر ، مفعول مزيجٍ من الأجسام كان قد وضعها في قِدره النحاسيّة ، ثم غطّاها بغطاء ثقيل ، ووضعها على النار : فقد انفجر الوعاء وتتطاير شظايا . امّا الراهب فقد كان يسعى بهذه الطريقة الى « تدكين صباغ ذهبيّ » ، الامر الذي كان يفرض استعمال الملح والكبريت والرصاص والزيت . ولقد استبدل الراهب بالفحم في ما بعد ، على ما يقول الكتاب المذكور ، الزيت والرصاص ، وحاول « ان يكتشف ما اذا كان يستطيع ، بتلك الطريقة ان يقذف حجرًا بعنف الى مسافة ما . »

ولكن ، أصحيح أنّ « برتولد شوارز » هذا قد وُجد وعاش ؟ ...

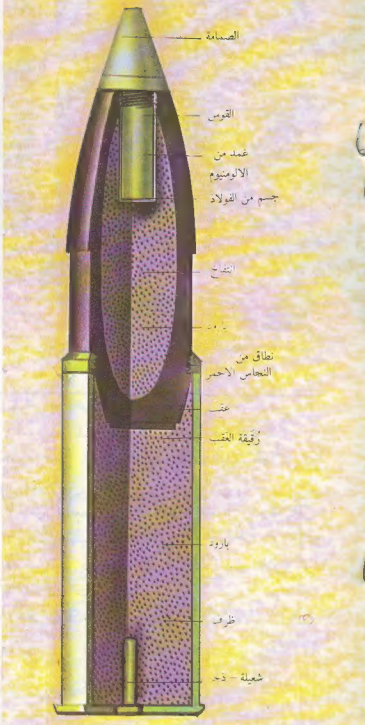
... مهما يكن من أمر ، فان بارود المِدفع كان قد ذُكر في عصر سابق ، وإن الراهب الفرنسيسكاني الانكليزي الشهير « روجر زبيكون » كان قد أعطى عام ١٢٤٢ ، وصفةَ بارود ، تدلّ النتائج التي يَصفُها على

انه كان البارودَ الاسود عينه : « بوسعنا ان نُحدثَ في الهواء قصفاً(٦) وبرقاً اشدَّ هولاً ممّا تُحدثه الطبيعة ، لانّ مقداراً ضئيلاً يتعدّى حجم الأبهام ، اذا ما هُيِّء بعناية ، يُحدث ضجيجاً والتماعاً مُذهلَين . »

ولقد أُضيفت الى بارود المدفع التقليديّ ، في ايامنا ، مُستحضراتٌ أخرى متنوِّعة ، منها البارود العديم الدخان ، والبارود باء ، الذي يُمكن استعماله لرَمي القذائف بواسطة الاسلحة الناريّة ، او لدفع الاجهزة .

عمل المقالع ... والبارود .

قديماً ، يومَ فكّر الانسانُ باستخدام الحجر ، لأقامة القصور ورفع الهياكل ومدّ الطرقات ، لم يكن له من العدّة ، في اقتلاعها من أحشاء الأرض ، الاّ صدقُ عزيمته وقوّةُ ساعده . إستعان بالمُخل أو الرافعة ، للتغلّب على صلابتِها وتماسكها ، فضاعف بذلك قوّة ساعديه . كما استعان بألواح الخشب ، ليوسِّع شقوقَ الصخر ، ويفصل بعضَه عن بعض . كان يدسُّ اللوح في الشقّ ، ويسقيه بالماء مرّةً بعد مرّة ، حتّى اذا إنتفش الخشب وتمدَّد ، ضغطَ بقوّة على الجانبين ، موسِّعاً شقوق الصخور ، مفكِّكاً أوصالها . كانت



هذه الاعمال صعبة شاقّة ، ولقد كلّفت العمال والعبيد كثيراً من العناء والمشقّة .

بعد اختراع البارود ، هان العمل كثيراً في المقالع . كان العمّال يدقّون الصخر بقضبان من الفولاذ طويلةٍ مسنّنةِ الرؤوس ، وينقرون فيه نُقَراً ضيّقة ، متى بلغت من العمق حدّاً كافياً ، شحنوها بشحنات البارود ، ومدّوا الفتائل الى مسافات يتعدّون فيها مجالات الخطر . ثم يُشعلون رأس الفتيل ، فيأخذ لسان النار بالزحف على الارض ، لا يعوق تقدُّمه الجهنّميَّ غيرُ الماء والرطوبة . وما تبلغ النارُ الألغامَ ، حتّى ينفجرَ البارود مدوِّياً . فتتطاير الحجارة في غيمة من الدخان الكثيف ، وتنفلق الصخورُ وتتشقّق ، فاذا هي قطعٌ مختلفة الاحجام ، سهلةُ الفَصْل والتقطيع .

التفسير

١ – تهلكه : هلاك ، موت .
٢ – إبتزّ : سُحِب ، استُخرِج
٣ – بأضطرامه : باشتعاله .
٤ – يَرقى : يصعد ، يعود
٥ – تحرِّيات : أبحاث
٦ – قصْف : رَعد ، دويّ .

الاسئلة .

١ – أخادمًا للسلم يُعتبَر البارود ام خادمًا للحرب ؟
٢ – مَن من شعوب الارض عرف البارود اوّلاً ؟ أعطِ دليلاً .
٣ – متى استُعمل البارود كسلاح هجوميّ للمرّة الاولى ؟
٤ – مِمَّ يتركب البارود الاسود ؟
٥ – من هو مكتشف البارود بالنسبة الى الاوروبيّين ؟
٦ – كيف اهتدى اليه ؟
٧ – مَن عرف البارود عند الانكليز ؟ ومتى ؟

مطبعة من عهد « غوتمبرغ » ، لم يكن للوقت فيها كبير حساب .

الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد

منذ أن اختُرِعت الكتابة ، والمحاولات تُبذل لانتاج نُسخٍ عنها . صُنعت **الأختام** اولاً ، للطباعة في الشمع او في الخزف . واستعمل الصينيّون ألواحًا من الخشب حُفِرت فيها الكتابة النافرة ، فكانوا يطلون الالواح بالحبر ، ويضغطونها على اوراق مصنوعة من ورق الأرُزّ ، مخترعين بهذه الطريقة فنّ **النقش** على الخشب . ثم صنعوا **حروفًا متحرّكة** من خزف ، ثم من رصاص فن نحاس . ولقد صنعوا من هذه الحروف ما يقارب المئتين وخمسين ألفًا لطباعة الموسوعة[1] الكبيرة « لانغ هي » .

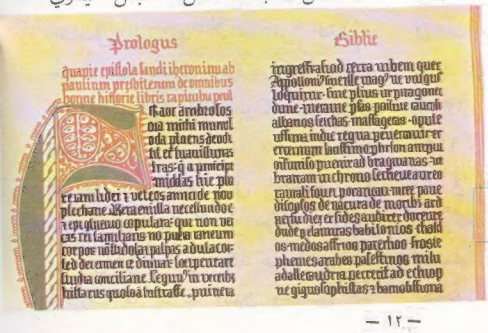
وفي الغرب ، بدأوا كذلك بحفر اللوحات التي كانت تُستخدم لطباعة الرسوم والنصوص في آن معًا . ثم جاء « جان غوتمبرغ » المولود في « مايانس » بين عامي ١٣٩٤ و١٣٩٩ ، والمتوفّى في المدينة عينها عام ١٤٦٨ ، ليلعب دوره في تطوير الطباعة . وإن لم يكن « غوتمبرغ » مخترعَ الحروف المتحرّكة ، فهو من غير شك اوّلُ مَن استعملها في اوربا ، وهو الذي يُعتبر مبتدعَ الطباعة . حفر حروفه اولاً في الخشب ،

صورة طوقان كاملة ، ومفصّلة الألوان .

ولكن الخشب كان ينكسر وينسحق ، ولذا لجأ الى الحروف المنفصلة المصنوعة من معدن خاص ، مزَجَ فيه الرصاص والأثمد والقصدير . لم ينجح « غوتمبرغ » بضبط عمليّة السَّبْك[٢] فحَسبُ ، بل وضع تصميم « مِكبَس الطباعة » مستلهمًا شكله من مِكبَس الكرَّامين الرينيّين ذي اللولب[٣] .

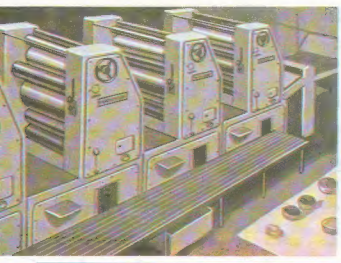
واوّل كتاب قام بطبعه كان التوراة اللاتينيّة ذات العمودين ، والمعروفة « بذات الاسطر الاثنين والاربعين » ؛ وقد تمتّ طباعتها عام ١٤٥٥ ، في مدينة ستراز بورغ حيث كان غوتمبرغ قد استقرّ منذ عشرين سنة .

بولادة فنّ الطباعة هذا بدأ بالنسبة للبشر عهدٌ جديد ، هو عصر سيطرة النص المطبوع . وما أعظم التقدّم الذي أحرزه[٤] هذا الفن ، بانتقاله من المكبس اليدويّ



صفحة من توراة غوتمبرغ الأولى ، وقد طبعت عام ١٤٥٣

مطبعة دائرة خاصة بالطباعة المقعّرة الحروف. تطبع باربعة الوان . انها سريعة العمل تطبع على الوجه وعلى القفا ، وتجفّف الحبر وتطوي الورق ملازم .



مطبعة أوفست تطبع باربعة ألوان . تثبت اللوحة التي تحمل الصورة الطابعة حول اسطوانة ، تُرطَّب هذه اللوحة وتطلى بالمداد ، فتنقل حبرها الى اسطوانة اخرى من المطاط تحمل بدورها الطباعة على الورق .

البطيء ، الى المطابع الدوّارة الضخمة الحديثة (rotatives) .

تعدّدت طرق الطباعة ، فبالإضافة الى فن الطباعة بالحروف النافرة (typo graphie) ، عُرفت اساليبُ الطباعة بالحروف المقعّرة[٥] (taille-douce) والطبع الضوئي (Heliogravure) ، واساليب الطبع الحجريّ (Lithographie) ، والأوفست (Offset) ، والطباعة التصويريّة حيث لا تقعيرَ في الحروف ولا نفور. هذا وقد تحسّنت اصناف الورق والحبر ؛ كما عُرفت طباعةُ الالوان ثلاثيّةً ورباعيّة ؛ وطُوّرت طرقٌ خاصة لطباعة الاعلانات ، والبطاقات ، واكياس الورق ، والبطاقات البريديّة ، والخرائط الجغرافية والاعمال الموسيقيّة ، والورق الملوّن ، وطباعة الزخارف على الخزف وعلى الزجاج ...

وكما طُبع على الورق ، طُبع على الانسجة ، وعلى المعدن وعلى المواد البلاستيكيّة . واخيرًا ، انتقلت الطباعة من الصف اليدويّ الى الصف الآلي الذي تُزوَّد آلاتُه ، بمجموعة من الملامس شبيهةٍ بمجموعة الآلة الكاتبة ، تسبك الأحرفَ بنفسها ، إمّا سطورًا من قطعة واحدة ، «لينوتيب» (Linotype) ، وامّا احرفًا منفصلة «مونوتيب» (Monotype) ، فيما راحت اجهزة لوميتيب (Lumitype) ترصف النص بطريقة فوتوغرافيّة .

ولقد انفتحت مؤخرًا امام الطباعة آفاقٌ جديدة ثوريّة ، باعتماد الآلات الالكترونيّة . وهنا لا بدّ من ذكر تاريخ هام هو تشرين الثاني ١٩٦٧ ، حيث اخرجت مطابع «هاشيت» ، في مجموعة «كتاب الجيب» كتابَ «جول فرن» المعروف «نجمة الجنوب» ، وهو اوّل كتاب رصف رصفًا كاملاً في فرنسا دماغٌ الكتروني ...

صعوبة صفّ النصوص العربيّة

إنّ صفّ الحروف باليد أمرٌ دقيق يتطلّب الكثير من العناية والوقت . وهو ، في النصوص العربيّة ، أدقّ وأصعب منه في أيّ نص غير عربيّ

يعود ذلك الى سببَين رئيسيَن : الأوّل تعدُّدُ أشكال الحرف العربيّ الواحد ، بين أنْ يكون منفصلاً او متّصلاً ، وبين أن يكون في اوّل الكلمة ، او في وسَطها ، او في آخرها ؛ حتّى ليأتي الحرف الواحد على أربعة أشكال . والسبب الثاني يعود الى التشكيل الصوتيّ والأعرابيّ الذي تتعدّد صوَره وتختلفُ مواقعُه من الحروف .

ذلك أنّ لكلٍّ شكل من أشكال الحروف ، ولكلٍّ حركة من حركات الصوت والاعراب جسماً خاصّاً مستقلاً ، يتطلّب ، في صفّه وفي فكّه ، حركةً خاصّة مستقلّة . فما يصحّ في صفّ النصوص المشكّلة ، يصحّ كذلك في فكّها ، وفرط أجسامها وأشكالها ، وإعادة كلٍّ منها الى خانته .

مثلُ هذا الوضع يجعل استعمال آلات الصفّ السريعة والآليّة أمراً معقّداً متعذّراً ، تُفضَّل عليه طريقةُ الصفّ اليدويّ التقليديّة .

التفسير

١ – الموسوعة : قاموس يتضمن مجمل المعارف حتى زمن ما .
٢ – السَّبَك : من سَبَك المعدن : أذابه وصبّه في قالب .
٣ – اللَّولب : اداة بشكل مسمار برزت منه دوائر حلزونيّة (برغي)
٤ – أحرز : حقّق
٥ – الحروف المقرَّرة : الحروف المحفورة في لوحة .
٦ – رَصَف الحروف : صفّها ، رتّبها . .

الاسئلة .

١ – من عرف الطباعة اوّلاً ؟
٢ – كيف تطوّرت ؟
٣ – هل صحيح ان غوتنبرغ مخترعها ، ما فضله فيها ؟
٤ – ما هو اوّل كتاب طُبع ؟ ومتى ؟
٥ – اذكر بعض اساليب الطباعة الحديثة ؟
٦ – ما هو آخر تطور بلغته الطباعة ؟

ولادة حضارة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورشة ، آلة من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق ، مطية الفكر • الطرقات ، سبيل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من رؤيا التدبّر الى رؤيا العالم • رشق ذاتيات المعرّف
٥ - من النظارتين الى المنظار ذي المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرير ناس من الأرض • الصاعون والنظافات المناسبة

النقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

٦ - الطبخة الهانئة والطبخة الروائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ الى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدة للهلاك • البوصلة • طوق الكنفين ، في طقس الفرس ، هجاس للاسرقين
٨ - « دولاب بسكال » عبد الآلات الحاسبة الالكترونية • من الظلمة الى البداية • آلات لهمات الفرائع
٩ - التحرك على وسادة من الهواء • الحجر في سيطرته على المناطق الصغر • ميزان الضغط .

من الحرف اليدوية الى الصناعة

١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من « السلحفاة » الى « الصاعقة »
١١ - المروحة والطائرة الملتاعة ... • من عربة « كونيو » البخارية الى سيارتنا • غلة الإثارة ...
١٢ - الآلات الالكترونية سائقة • شارلي « فرنكلين » • من المنظار الى البالونات الفضائية .
١٣ - تلغراف « شاب » • من المسيح البيلاني الى نول الحياكة • البداية الأولى وزرّيتها .
١٤ - بطارية « فولتا » • عجلات الشقاف • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ - « لينغلك » و « الستيتسكوب » • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التدبيات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترق سطح ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء .
١٧ - لوحة الألوان التركيبية • العرق المتفجر يجوب ملايين السيارات • التسبيح المتجدد .

العالم يبدّل معالم وجهه

١٨ - الديناميت للسلام والحرب • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطباعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الديناميو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى البلاستيك .
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكادم المنقول في سلك • الرادار والمقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الضوء فراش الهاكي الى الالكترونيوس
٢٢ - مجرة الرواد وأجهزة المطاط • محمد الحديد في البناء • انبوب أشعة الحسن يقرب المكاشفة .
٢٣ - من الفلكستوب الى السينما ستوب • تسهيل الاتصالات والصور • وطواط يحقق بالآلات الرحبة
٢٤ - محرك دزيل يحرك من ثلاثمئة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البلاستوفراس
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات تراقب العواصف • الصور السرية على الشاشة الصغيرة .

من الذرة الى الفضاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المرفعة الذرية • المحرر الالكتروني عين قارئة على رؤية الفيزياء
٢٧ - الرادار الساهر • من الأنبوب القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ - الترانزستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأدمغة التي تتوهج فيها طاقة الشمس

من الحجر المقطوع الأول الذي يتضمن بالقوة « مجموعة الأدوات الضخمة التي سيقيم الإنسان على صنعها في مستقبل التاريخ ، ومن الرموز القديمة التي تذكر بإبداع الكتابة ... الى نافخ الزجاج الذي يوحي بانطلاقة الفنون النارية ... الى المسلة التي تذكرنا بظلها المنقول ، إنها كانت في القدم ، أولى أداة لتعيين الوقت ... الى صفائح الحجارة المرصوفة التي تتحدث عن الطريق التي انفتحت رحبة طويلة امام المبادلات ... مراحل مختلفة متعاقبة لحضارة رأت النور ، ومضت تشق طريقها نحو الأفضل ...

تأليف : ف . لنو
رسوم : ب . بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة

Copyright: Librairie Hachette.